

ДИСЛОКАЦИОННАЯ ТЕОРИЯ УПРУГИХ ИСКАЖЕНИЙ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ ДЛЯ ОПИСАНИЯ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ТИТАНА

Иванов И.В.^{1*}

¹⁾ Новосибирский Государственный Технический Университет, Новосибирск, Россия

*E-mail: i.ivanov@corp.nstu.ru

THE DISLOCATION THEORY OF ELASTIC DISTORTIONS OF THE CRYSTAL LATTICE TO DESCRIBE STRUCTURAL CHANGES DURING THE PLASTIC DEFORMATION OF TITANIUM

Ivanov I.V.^{1*}

¹⁾ Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia

Annotation. In this work attempt to use X-ray diffraction methods to analyze the evolution of the dislocation structure of α -Ti subjected to cold rolling with various degrees are given. Comparison of the results obtained using the "classical" and modified methods of Williamson-Hall and Warren-Averbach are presented. In addition, the mechanical and corrosion properties of deformed samples were measured and the correlation between the past structural transformations and changes in properties was determined.

В соответствии с современными представлениями о физике прочности и пластичности существенное упрочнение металлов при пластической деформации в холодном состоянии обусловлено значительным повышением концентрации дефектов, в первую очередь - повышением числа дислокаций [1, 2].

Наиболее убедительным методом анализа эволюции дислокационной структуры титановых сплавов является просвечивающая электронная микроскопия [3]. Однако данный метод исследования обладает существенными недостатками.

Альтернативные способы исследования кристаллической структуры часто основаны на использовании рентгеновской дифракции. Хорошо известные методы Вильямсона-Холла и Варрен-Авербаха позволяют, анализируя ширину рентгеновских пиков или форму их профиля, оценить такие важные параметры микроструктуры, как размер областей когерентного рассеяния и величину негомогенных искажений кристаллической решётки [4, 5].

Следует, тем не менее, отметить, что применение упомянутых методов для материалов, обладающих значительной анизотропией упругих свойств, не рекомендуется.

Методы Вильямсона-Холла и Уоррена-Авербаха были существенно модифицированы в работах Унгара [6,7], который показал, что для учёта анизотропии упругих свойств целесообразно использовать дислокационную модель деформации кристаллической решетки.

В работе дана попытка использовать методы рентгеновской дифракции для анализа эволюции дислокационной структуры α -Ti, подвергнутого холодной

прокатке с различными степенями. В работе представлено сравнение результатов, получаемых при использовании «классических» и «модифицированных» методов. Кроме того, были измерены механические и антикоррозионные свойства прокатанных образцов и определена корреляция между прошедшими структурными превращениями и изменениями свойств.

Было показано, что в случае упруго анизотропных гексагональных материалов использование модифицированных методов анализа является необходимым условием, т.к. они значительно уменьшают ошибку аппроксимации при профильном анализе и позволяют провести корректный анализ структурных изменений материала при пластической деформации.

1. C. Kittel, P. McEuen, P. McEuen, Introduction to solid state physics, Wiley New York (1996).
2. J. Friedel, Dislocations: International Series of Monographs on Solid State Physics, Elsevier (2013).
3. R. Valiev, Nature materials, 8, 511 (2004).
4. G. Williamson, W. Hall, Acta metallurgica, 1, 22–31 (1953).
5. B. Warren, B. Averbach, Journal of applied physics, 6, 595–599 (1950).
6. T. Ungar, A. Borbely, Applied Physics Letters, 21, 3173–3175 (1996).
7. T. Ungar, Powder Diffraction, 2, 125–132 (2008).